

METHOD OF HIGH-SIDE PRESSURE REGULATION IN TRANSCRITICAL VAPOR COMPRESSION CYCLE DEVICE

Publication number: DE69118924T

Publication date: 1996-11-21

Inventor: LORENTZEN GUSTAV (NO); PETTERSEN JOSTEIN (NO); BANG ROAR (NO)

Applicant: SINVENT AS (NO)

Classification:

- International: *F25B1/00; F25B9/00; F25B41/06; F25B45/00; F25B1/00; F25B9/00; F25B41/06; F25B45/00; (IPC1-7); F25B41/06; F25B30/02; F25B49/02*

- European: F25B9/00B6; F25B41/06B; F25B45/00

Application number: DE19916018924T 19910916

Priority number(s): WO1991NO00119 19910916

Also published as:

WO9306423 (A1)
EP0604417 (A1)
EP0604417 (A0)
BR9107318 (A)
EP0604417 (B1)

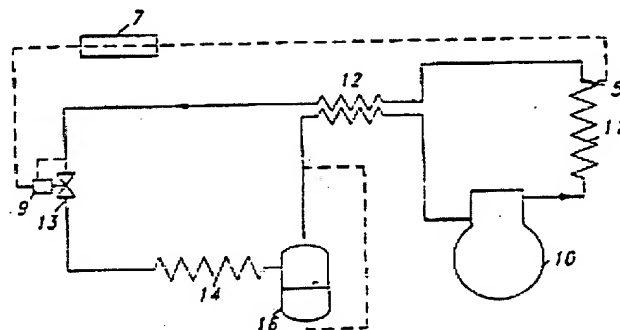
more >>

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE69118924T

Abstract of corresponding document: **WO9306423**

A vapor compression cycle device operating at supercritical pressure in the high-side of a circuit comprising compressor (10), gas cooler (11), internal heat exchanger (12), throttling valve (13), evaporator (14), low pressure refrigerant receiver is additionally provided with means (5) for detection of at least one operating condition of the circuit, preferentially detection of a parameter representing the refrigerant temperature adjacent to the outlet of the gas cooler (11).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Übersetzung der
europäischen Patentschrift

87 EP 0 604 417 B1

10 DE 691 18 924 T 2

51 Int. Cl.⁶:
F 25 B 41/06
F 25 B 49/02
F 25 B 30/02

21	Deutsches Aktenzeichen:	691 18 924.2
86	PCT-Aktenzeichen:	PCT/NO91/00119
86	Europäisches Aktenzeichen:	91 916 351.9
87	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 93/06423
86	PCT-Anmeldetag:	16. 9. 91
87	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	1. 4. 93
87	Erstveröffentlichung durch das EPA:	6. 7. 94
87	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	17. 4. 96
47	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	21. 11. 96

73 Patentinhaber:
Sinvent A/S, Trondheim, NO

74 Vertreter:
LEINWEBER & ZIMMERMANN, 80331 München

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, IT, LI, LU, NL, SE

72 Erfinder:
LORENTZEN, Gustav, N-7016 Trondheim, NO;
PETTERSEN, Jostein, N-7048 Trondheim, NO;
BANG, Roar, Rektorli, N-7048 Trondheim, NO

64 HOCHDRUCKREGELUNG IN EINEM TRANSKRITISCHEN DAMPFKOMPRESSIONSKREIS

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 691 18 924 T 2

DE 691 18 924 T 2

bsd

91 916 351.9

Sinvent A/S

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft Dampfkomppressionskreislaufvorrichtungen, wie etwa Kühl-, Klima- und Wärmepumpensysteme, die unter transkritischen Bedingungen arbeiten, und genauer ein Verfahren der Regulierung des Drucks auf der Hochdruckseite, die einen optimalen Betrieb im Hinblick auf den Energieverbrauch beibehält.

Hintergrund der Erfindung

Die PCT-Anmeldung WO 90/07683 beschreibt eine transkritische Dampfkomppressionskreislaufvorrichtung und ein Verfahren zum Regulieren ihrer Kapazität, und zwar auf der Grundlage der Veränderung des überkritischen Drucks auf der Hochdruckseite. Das System besteht aus einem Kompressor, einem Gaskühler (Kondensator), einem inneren Wärmetauscher, einem Verdampfer und einem Speicher. Die Kapazitätsüberwachung wird durch Verändern des Flüssigkeitsinhalts des Niederdruck-Kältemittel-Speichers zwischen dem Verdampfer und dem Kompressor bewirkt, wobei ein Drosselventil zwischen dem Hochdruckauslaß des inneren Wärmetauschers und dem Verdampfereinlaß als Steuerungseinrichtung verwendet wird.

In jüngerer Zeit mit einem Prototyp der transkritischen Dampfkompresseionseinheit durchgeführte umfangreiche Tests haben gezeigt, daß bei einigen besonderen Anwendungen der Erfindung, beispielsweise in mobilen Klimaanlageeinheiten, die unter veränderlicher Last und unter veränderlichen Bedingungen arbeiten, deren Druck auf der Hochdruckseite bei geringerer als der vollen

Kapazität entsprechend den aktuellen Betriebsbedingungen (Last) der Einheit eingestellt werden sollte, um bei den gegebenen Kapazitätsanforderungen einen minimalen Energieverbrauch zu erreichen. Die aktuellen Betriebsbedingungen können gegeben sein durch Kältemitteltemperaturen oder -drücke, durch Außentemperaturen oder durch die Kapazitätsanforderungen. Jedes zur Verfügung stehende herkömmliche Überwachungssystem, beispielsweise Ein/Aus, Kompressor mit variabler Kapazität oder variable Geschwindigkeitsüberwachung, kann einzeln und unabhängig von der Drosselventilsteuerung in dem beschriebenen Kreis verwendet werden, um die Kühl- oder Heizkapazität zu regulieren.

Demzufolge war es notwendig, eine neue Überwachungsstrategie für eine transkritische Dampfkomppressionskreislaufvorrichtung anzugeben, um optimalen Betrieb hinsichtlich des Energieverbrauchs der beschriebenen Dampfkomppressionsvorrichtung zu erhalten.

Auf dem Gebiet der unterkritischen Dampfkomppressionskreisläufe ist es bekannt, ein Drosselventil entsprechend den aktuellen Betriebsbedingungen des Kreislaufes zu überwachen, vgl. US-A-1 591 302, SE-B-463 533 und US-A-3 638 446.

Nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 4 geht die vorliegende Erfindung von der Lehre der vorgenannten WO 90/07683 aus. Es ist Aufgabe der Erfindung, ein entsprechendes Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung anzugeben, die einfach ist und die dazu ausgelegt ist, Energievergeudung zu vermeiden.

Erfindungsgemäß wird die obige Aufgabe gelöst durch

ein Verfahren zum Überwachen einer transkritischen Dampfkomppressionskreislaufvorrichtung, die mit überkritischem Druck auf der Hochdruckseite arbeitet und die einen Kompressor, einen Gaskühler, einen internen Wärmetauscher, ein Drosselventil, einen Verdampfer und einen Niederdruck-Kältemittelspeicher aufweist, die seriell zu einem Kreis verschaltet sind, gekennzeichnet durch die Schritte des Erfassens mindestens einer der

aktuellen Betriebsbedingungen des Kreises und des Modulierens des überkritischen Drucks auf der Hochdruckseite entsprechend einem vorbestimmten Satz Werte, die den minimalen Energieverbrauch der Vorrichtung für die erfaßten Betriebsbedingungen bei gegebenen Kapazitätsanforderungen festlegen,

bzw. durch

eine Dampfkomppressionskreislaufvorrichtung, die mit überkritischem Druck auf der Hochdruckseite arbeitet und die einen Kompressor, einen Gaskühler, einen internen Wärmetauscher, ein Drosselventil, einen Verdampfer und einen Niederdruck-Kältemittelspeicher aufweist, die seriell zu einem Kreis verschaltet sind, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Erfassen mindestens einer Betriebsbedingung des Kreises und durch eine Überwachungseinrichtung, die betriebsmäßig mit der Erfassungseinrichtung verbunden ist, zum Modulieren des überkritischen Drucks auf der Hochdruckseite entsprechend einem vorbestimmten Satz Hochdruckwerte, die den minimalen Energieverbrauch der Vorrichtung für die erfaßte Betriebsbedingung bei gegebenen Kapazitätsanforderungen festlegen.

Nach einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des Verfahrens nach der Erfindung erfolgt das Modulieren des überkritischen Drucks auf der Hochdruckseite durch Überwachen des Öffnungsgrades des Drosselventils. Dementsprechend kann die Überwachungseinrichtung der Vorrichtung nach der Erfindung betriebsmäßig mit dem Drosselventil verbunden sein und kann dazu ausgelegt sein, den Öffnungsgrad des Drosselventils zu überwachen.

Ferner kann das obige Verfahren beinhalten, daß die Erfassung der Betriebsbedingung durch Messen der Kältemitteltemperatur benachbart einem Auslaß des Gaskühlers erfolgt. Dementsprechend weist die Erfassungseinrichtung in der Vorrichtung nach der Erfindung eine Einrichtung zum Messen eines Parameters

auf, der repräsentativ für die Kältemitteltemperatur benachbart dem Auslaß des Gaskühlers ist.

Das Drosselventil kann eine Gegendruck-Überwachungs-Einheit mit variablem Arbeitspunkt sein, und zwar elektronisch mittels eines Mikroprozessors gesteuert.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform kann das Drosselventil darüber hinaus eine Gegendruck-Überwachungs-Einheit mit variablem Arbeitspunkt sein, die eine Temperatursensor-kugel bei oder nahe dem Gaskühlerkältemittelauslaß oder an einer anderen Stelle mit einer Temperatur aufweist, die die Betriebsbedingung des Kreises repräsentiert, sowie eine Membrananordnung, die den Arbeitspunkt der Gegendruck-Überwachungs-Einheit in einer gewünschten Relation zu der Kugeltemperatur einregelt.

Schließlich wird bevorzugt Kohlendioxid als Kältemittel verwendet.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Nachstehend ist die Erfindung detaillierter anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung, Fig. 1 bis 3, erläutert, wobei

Fig. 1 ein Graph ist, der die theoretische Beziehung zwischen der Kühlkapazität (Q_0), der Kompressorwellenleistung (P) und deren Verhältnis (COP) in dem transkritischen Dampfdruckkreislauf bei veränderlichem Druck auf der Hochdruckseite, bei konstanter Verdampfungstemperatur und Gaskühler(Kondensator)-Auslaßkältemitteltemperatur zeigt,

Fig. 2 eine graphische Erläuterung der theoretischen Beziehung zwischen dem optimalen Druck auf der Hochdruckseite ist, der ein maximales Verhältnis zwischen der Kühlkapazität und der Wellenleistung mit sich bringt, und der

Kältemitteltemperatur am Auslaß des Gaskühlers (Kondensators) bei drei unterschiedlichen Verdampfungstemperaturen, und

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer transkritischen Dampfkomppressionskreislaufvorrichtung zeigt, die entsprechend einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung aufgebaut ist.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Eine wohlbekannte Besonderheit transkritischer Kreise (die mit auf einen überkritischen Druck komprimiertem Kältemittel auf der Hochdruckseite arbeiten) ist, daß der als Verhältnis zwischen der Kühlkapazität und der aufgewendeten Kompressorwellenleistung definierte Wirkungsgrad COP (coefficient of performance) dadurch erhöht werden kann, daß der Druck auf der Hochdruckseite erhöht wird, während die Kältemitteltemperatur an dem Auslaß des Gaskühlers (Kondensators) im wesentlichen konstant gehalten wird. Dies kann mittels eines herkömmlichen Druck-Enthalpie-Diagramms erläutert werden. Der COP steigt jedoch mit steigendem Druck auf der Hochdruckseite nur bis zu einem bestimmten Wert an und beginnt dann zu sinken, weil der zusätzliche Kühleffekt nicht länger die zusätzliche Kompressionsarbeit kompensiert.

Daher kann für jeden Satz tatsächlicher Betriebsbedingungen, die beispielsweise für die Verdampfungstemperatur und die Kältemitteltemperatur an dem Auslaß des Gaskühlers (Kondensators) definiert sind, ein Diagramm angegeben werden, das die Kühlkapazität (Q_0), die Kompressorwellenleistung (P) und deren Verhältnis (COP) als eine Funktion des Drucks auf der Hochdruckseite zeigt. Fig. 1 zeigt ein solches Diagramm, das für das Kältemittel CO_2 bei konstanter Verdampfungstemperatur und konstanter Temperatur an dem Auslaß des Gaskühlers (Kondensators) erstellt ist, und zwar auf der Grundlage theoretischer Kreislaufberechnungen. Bei einem bestimmten Druck auf der

Hochdruckseite entsprechend p' in Fig. 1 erreicht der COP ein Maximum, wie dies dargestellt ist.

Durch Verknüpfung solcher Ergebnisse, d.h. entsprechender Daten für die Kältemitteltemperatur an dem Auslaß des Gaskühlers (Kondensators), die Verdampfungstemperatur und den Druck auf der Hochdruckseite zum Erreichen eines maximalen COP (p') bei variierenden Betriebsbedingungen ist ein neuer Satz Daten gemäß Fig. 2 geschaffen, der Anwendung in der Strategie der Steuerung des Drosselventils finden kann. Durch Regulieren des Drucks auf der Hochdruckseite entsprechend diesem Diagramm wird immer ein maximales Verhältnis zwischen der Kühlkapazität und der Kompressorwellenleistung gehalten.

Bei maximaler Last kann es noch immer für eine kürzere Zeitspanne zweckmäßig sein, das System bei einem Ausgangsdruck erheblich oberhalb desjenigen Pegels zu betreiben, der dem maximalen COP entspricht, um das erforderliche Kompressorvolumen und damit die Kapitalkosten und den Gesamtenergieverbrauch zu begrenzen. Bei geringerer Last führt jedoch eine Kombination aus reduziertem Druck auf der Hochdruckseite auf einen vorbestimmten optimalen Pegel und einer Kapazitätsregulierung mittels eines separaten Überwachungssystems zu minimalem Energieverbrauch.

Da eine schwankende Verdampfertemperatur nur bei hoher Kältemitteltemperatur spürbaren Einfluß an dem Auslaß des Gaskühlers (Kondensators) hat, kann dieser Einfluß in der Praxis vernachlässigt werden. Daher sind die erfaßte Kältemitteltemperatur am Auslaß des Gaskühlers (Kondensators) oder dieser entsprechende andere Temperaturen oder Parameter (beispielsweise die Kühlwassereinlaßtemperatur, die Umgebungslufttemperatur, die Kühl- oder Heizlast) einzig signifikante Steuerparameter, die als Eingangsgröße für die Überwachung des Drosselventils erforderlich sind.

Die Verwendung eines Gegendrucküberwachers als Drosselventil kann bestimmte Vorteile mit sich bringen, insofern als eine interne Kompensation für Änderungen des Massestroms und der

Dichte des Kältemittels erzielt wird. Ein Drosselventil mit Gegendrucküberwachung hält den Einlaßdruck, d.h. den Druck auf der Hochdruckseite auf dem eingestellten Wert, und zwar unabhängig von dem Kältemittelmassenstrom und der Kältemittelinlaßtemperatur. Der Arbeitspunkt des Gegendrucküberwachers wird dann mittels einer Steuerung reguliert, die entsprechend dem oben dargestellten vorbestimmten Überwachungsschema arbeitet.

Beispiel 1

Fig. 3 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des transkritischen Kühlkreises mit einem Kompressor 10, der seriell mit einem Gaskühler (Kondensator) 11, einem internen Gegenstromwärmetauscher 12 und einem Drosselventil 13 verschaltet ist. Ein Verdampfer 14 und ein Niederdruckflüssigkeitsspeicher 16 sind zwischen das Drosselventil und den Kompressor geschaltet. Ein Temperatursensor an dem Kältemittelauslaß 5 des Gaskühlers (Kondensators) gibt Informationen über die Betriebsbedingungen des Kreises an das Überwachungssystem 7, beispielsweise einen Mikroprozessor. Das Drosselventil 13 ist mit einer Steuerung 9 versehen und die Ventilposition wird automatisch von dem Überwachungssystem entsprechend den vorbestimmten Druckarbeitspunktcharakteristika moduliert.

Beispiel 2

Gemäß Fig. 3 ist der Kreis nun mit einem Drosselventil 13 auf der Grundlage einer einfachen mechanischen Gegendrucksteuerung versehen, was die Verwendung des Mikroprozessors und der elektronischen Überwachung des Ventils nach Beispiel 1 eliminiert. Der Regler ist mit einer Temperatursensorkugel 5 an oder nahe dem Kältemittelauslaß des Gaskühlers (Kondensators) versehen.

Durch eine Membrananordnung justiert der aus der Sensorkugeltemperatur resultierende Druck mechanisch den Arbeitspunkt des Gegendrucküberwachers entsprechend der Kältemitteltemperatur am Auslaß des Gaskühlers (Kondensators). Durch Justieren von Fe-

derkräften und Füllung in dem Sensor 5 kann ein geeignetes Verhältnis zwischen der Temperatur und dem Druck in dem jeweiligen Regulierungsbereich erzielt werden.

Beispiel 3

Der Kreis basiert auf einem der Drosselventilüberwachungskonzepte nach den Beispielen 1 oder 2, jedoch mißt der Sensor oder die Sensorkugel die Einlaßtemperatur des Kühlmittels, an das Wärme abgegeben wird, anstatt daß der Temperatursensor oder die Temperatursensorkugel an dem Kältemittelauslaß des Gaskühlers (Kondensators) angeordnet wäre. Wegen des Gegenstrom-Wärmetauschs besteht eine Beziehung zwischen der Temperatur des Kältemittelausgangs des Gaskühlers (Kondensators) und der Temperatur des Kühlmittelleinlasses, weil die Temperatur des Kältemittelauslasses in hohem Maße der Einlaßtemperatur des Kühlmittels folgt. Als Kühlmittel wird normalerweise Umgebungsluft oder Kühlwasser verwendet.

Während die Erfindung in den Zeichnungen und der vorstehenden Beschreibung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele erläutert und beschrieben worden ist, liegt es auf der Hand, daß Änderungen und Modifikationen vorgenommen werden können, ohne daß von der Idee oder dem Umfang der Erfindung abzuweichen, wie sie in den beiliegenden Ansprüchen niedergelegt ist. Somit kann beispielsweise in jedem der Konzepte nach den Beispielen 1 oder 2 das Signal von einem Temperatursensor oder einer Temperatursensorkugel durch ein Signal ersetzt werden, das die gewünschte Kühl- oder Heizkapazität des Systems darstellt. Wegen des Zusammenhangs zwischen der Umgebungstemperatur und der Last kann dieses Signal als Grundlage für die Regulierung des Drosselventildruckarbeitspunktes dienen.

bsd

91 916 351.9

Sinvent A/S

A n s p r ü c h e :

1. Verfahren zum Überwachen einer transkritischen Dampfkomppressionskreislaufvorrichtung, die mit überkritischem Druck auf der Hochdruckseite arbeitet und die einen Kompressor (10), einen Gaskühler (11), einen internen Wärmetauscher (12), ein Drosselventil (13), einen Verdampfer (14) und einen Niederdruck-Kältemittelspeicher (16) aufweist, die seriell zu einem Kreis verschaltet sind,

gekennzeichnet durch,

die Schritte des Erfassens mindestens einer der aktuellen Betriebsbedingungen des Kreises und des Modulierens des überkritischen Drucks auf der Hochdruckseite entsprechend einem vorbestimmten Satz Werte, die den minimalen Energieverbrauch der Vorrichtung für die erfaßten Betriebsbedingungen bei gegebenen Kapazitätsanforderungen festlegen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Modulieren des überkritischen Drucks auf der Hochdruckseite durch Überwachen des Öffnungsgrades des Drosselventils (13) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung der Betriebsbedingung durch Messen der Kältemitteltemperatur benachbart einem Auslaß (5) des Gaskühlers (11) erfolgt.

4. Dampfkomppressionskreislaufvorrichtung, die mit überkritischem Druck auf der Hochdruckseite arbeitet und die einen Kompressor (10), einen Gaskühler (11), einen internen Wärme-

tauscher (12), ein Drosselventil (13), einen Verdampfer (14) und einen Niederdruck-Kältemittelspeicher (16) aufweist, die seriell zu einem Kreis verschaltet sind,

gekennzeichnet durch

eine Einrichtung zum Erfassen mindestens einer Betriebsbedingung des Kreises und durch eine Überwachungseinrichtung (9), die betriebsmäßig mit der Erfassungseinrichtung verbunden ist, zum Modulieren des überkritischen Drucks auf der Hochdruckseite entsprechend einem vorbestimmten Satz Hochdruckwerte, die den minimalen Energieverbrauch der Vorrichtung für die erfaßte Betriebsbedingung bei gegebenen Kapazitätsanforderungen festlegen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungseinrichtung (9) betriebsmäßig mit dem Drosselventil (13) verbunden und dazu ausgelegt ist, den Öffnungsgrad des Drosselventils (13) zu überwachen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungseinrichtung eine Einrichtung zum Messen eines Parameters aufweist, der repräsentativ für die Kältemitteltemperatur benachbart einem Auslaß (5) des Gaskühlers (11) ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselventil (13) eine Gegendruck-Überwachungs-Einheit mit variablem Arbeitspunkt ist, und zwar elektronisch mittels eines Mikroprozessors (7) gesteuert.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselventil (13) eine Gegendruck-Überwachungs-Einheit mit variablem Arbeitspunkt ist, die eine Temperatursensorkugel bei oder nahe dem Gaskühlerkältemittelauslaß (5) oder an einer anderen Stelle mit einer Temperatur aufweist, die die Betriebsbedingung des Kreises repräsentiert, sowie eine Membrananordnung, die den Arbeitspunkt der Gegendruck-Überwa-

chungs-Einheit in einer gewünschten Relation zu der Kugeltemperatur einregelt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß Kohlendioxid als Kältemittel verwendet wird.

1/2

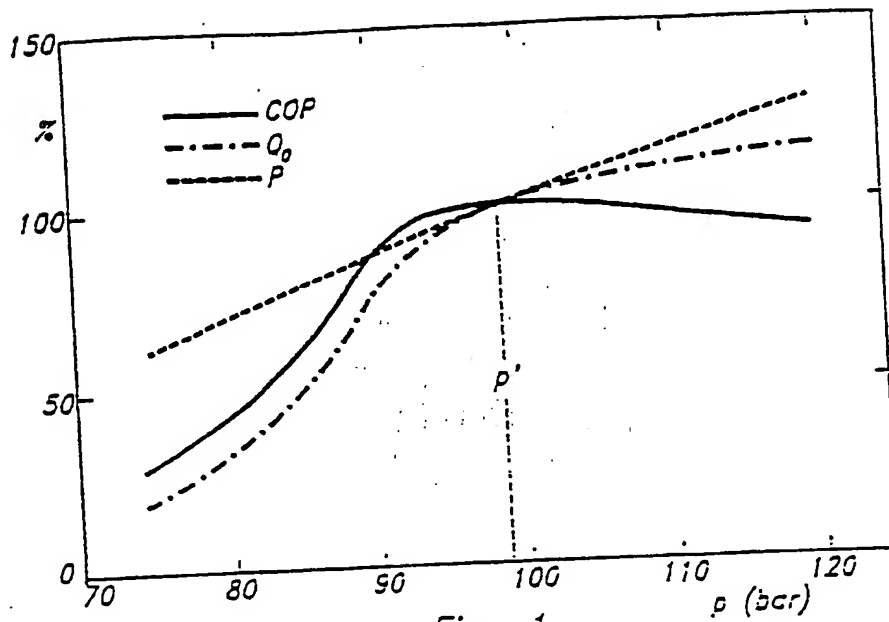


Fig. 1

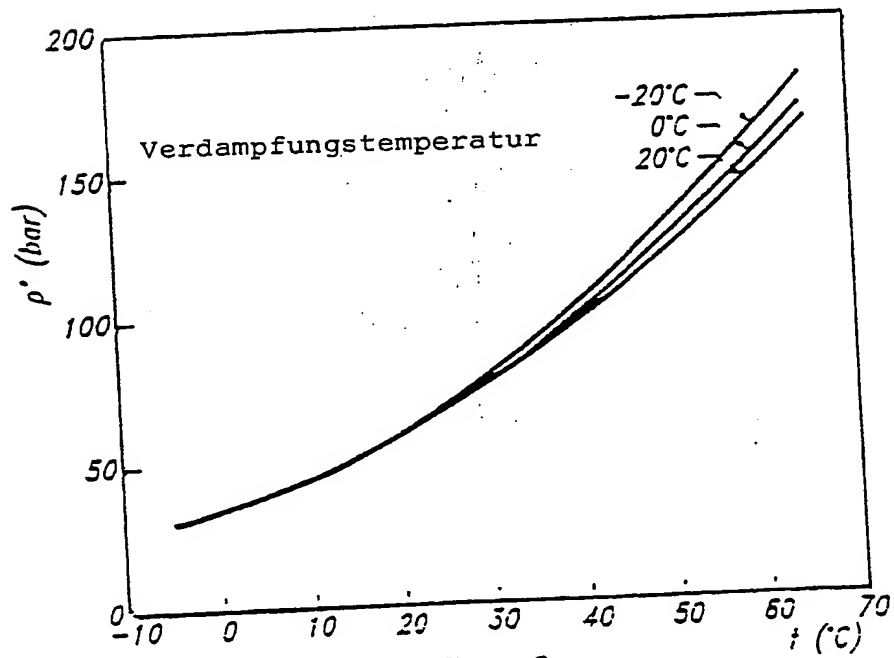


Fig. 2

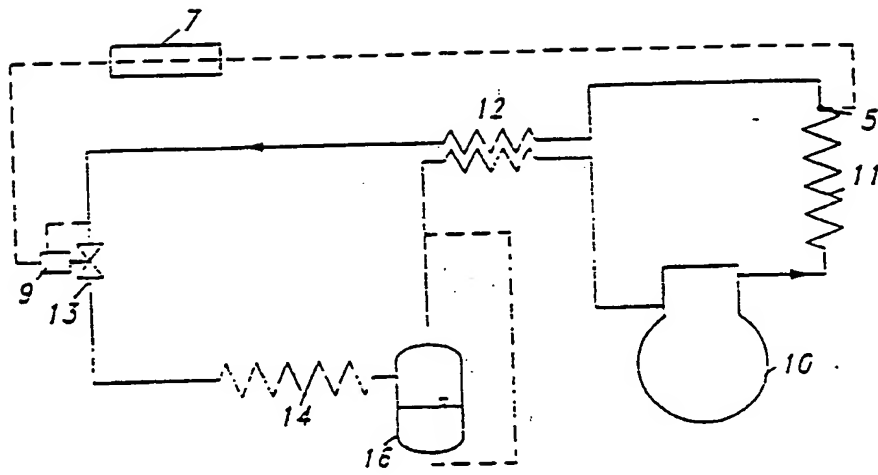


Fig. 3